

盾构区间机械法联络通道结构设计要点总结

汪杨洲

广州地铁设计研究院股份有限公司

摘要：本文以北京地铁17号线工程望京西站~勇士营站区间（以下简称望勇区间）盾构段机械法联络通道结构设计为例，梳理总结机械法通道设计过程中的设计要点及相应注意事项，为后续类似工程提供参考。

关键词：机械法联络通道；设计要点；总结

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.12.097

随着轨道交通建设逐步进入深水区，为避开既有地铁区间等既有地下结构，新建区间深埋现象越来越普遍，联络通道也面临更复杂的水文地质情况，高承压水往往成为制约暗挖法联络通道施工的关键控制因素。机械法联络通道因其地层的普遍适应性、施工的安全与高效性及对周围环境的友好性，越来越受到相关从业人员的重视。朱瑶宏^[1-3]团队从理论分析、现场试验及数值模拟等多方面对机械法通道涉及的结构问题进行了大量的研究工作，对T接头受力特性、主隧道结构安全、洞门机械切削影响等关键节点进行了分析，提出了对应的解决方案。刘龙^[4]、赵泽昌^[5]等分别采用2D、3D数值模型对破洞前后主隧道应力重分布情况进行了分析，为主隧道内保护措施的选择提供了相应依据。但目前机械法联络通道实施案例相对较少，对具体的结构设计要点及注意事项阐述较少。因此，本文结合工程实例，就联络通道结构设计过程中遇到的问题及设计要点进行了总结说明，对类似工程具有一定参考价值。

一、主隧道条件预留

地铁联络通道是设置在两主隧道之间，起联通、疏散作用的结构。为方便机械法连通道施工，主隧道应在与联络通道连接洞门位置预留相应条件。

(1) 洞门范围相邻3~4环管片宜采用钢砼复合管片，增加结构刚度，提高破洞工况主隧道结构安全性、减小结构变形^[2]。

(2) 主隧道洞门范围预留机械破除洞口，洞口大小应为 $D+s$ ， D 为联络通道外径， s 为机械设备外放及施工误差预留量，可根据施工控制精度取值，一般20~30cm为宜。洞口范围为砼管片，钢筋采用玻璃纤维，方便机械切削破除。

(3) 复合管片沿洞口一周预留足够数量注浆孔，便于机械破洞前对临近地层进行注浆加固、止水。

(4) 洞口两侧钢管片为应力集中部位，应预留足够宽度，具体尺寸宜根据受力分析确定。

望勇区间主隧道外径6.4m，内径5.8m。环宽1.2m；洞口附近设4环钢砼复合管片，通缝拼装。联络通道外径3.6m，主隧道洞口处玻璃纤维筋砼管片直径3.85m，两侧钢管片最窄处宽0.475m，四周预留注浆孔，结构布置图见图1。

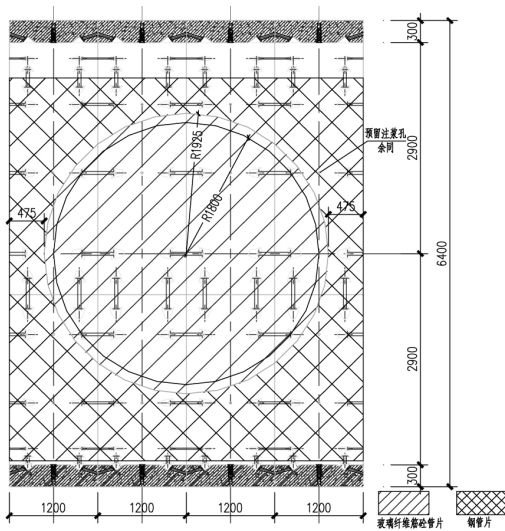


图1 望勇区间主隧道预留钢砼复合管片布置图

二、联络通道管片设计

(1) 管片内径 d ：联络通道作为联通左右线的疏散通道，应满足人员疏散的基本功能要求，结构内径大小以可设置两扇反向开启的防火门为宜。

(2) 管片厚度 h ：机械法联络通道为圆形结构，且整体尺寸较小，结构受弯、剪力相对较小，管片厚度一般取250mm，满足受力及结构自防水要求。

(3) 管片外径 D ：管片最大外径主要受机械设备尺寸及施工空间控制。主隧道空间相对狭小，需要在主隧道内完成顶管/盾构机的始发、接收。联络通道管片外径越大，预留给施工的操作空间越小，因此应首先由设备制造及施工单位根据施工可行性提出最大管片外径 D_{max} 。当 D_{max} 大于 $d+h$ 值时，宜尽量取小值，以减小对主隧道结构的破除范围，并预留更多的施工操作空间；当 D_{max} 小于 $d+h$ 值时，应取最大值，此时，通道净空受限，不能满足常规防火门设置要求，可通过在通道内斜向设置防火门的方式减小 d 值至满足要求。

(4) 管片宽度 b ：管片宽度受施工操作空间及管片结构布置控制。宜由设备及施工单位提出管片最大宽度 b_{max} ，再结合管片螺栓、注浆孔等布置情况，确定合适的标准环宽。

(5) 钢管片设置：通道与主隧道T接头处存在应力集中，因此宜在联络通道两端与主隧道连接处采用钢管片，提高结构安全性。钢管片基本尺寸与常规砼管片一致，环宽应根据联络通道管片排布情况适当调整，在标准环宽基础上适当增减，兼具调节环的功能。

望勇区间联络通道外径3.6m，厚0.25m，内径3.1m，标准环宽0.55m，两端各设2片钢管片（钢管片环宽0.55/0.5m），具体布置情况见图2，通道内疏散门布置情况见图3。

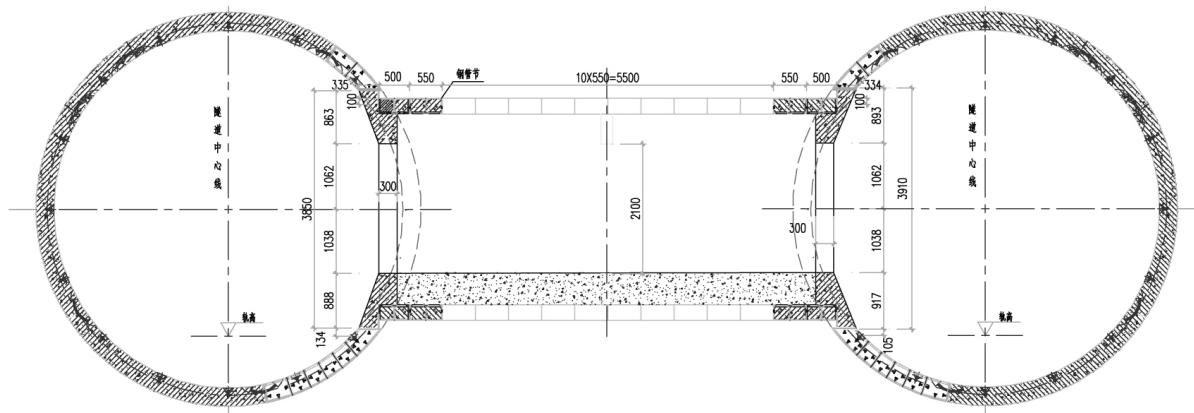


图2 望勇区间联络通道管片布置图

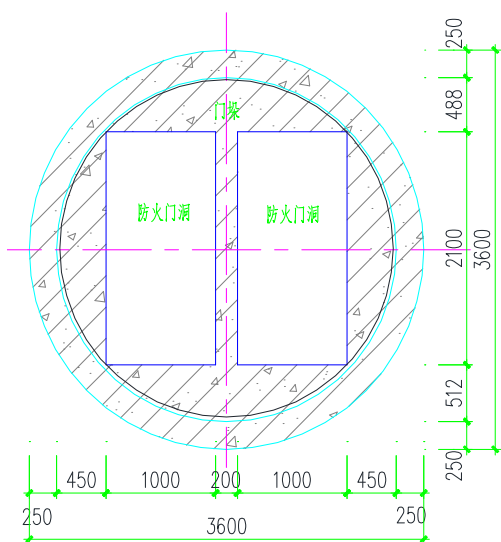


图3 通道内疏散门布置图

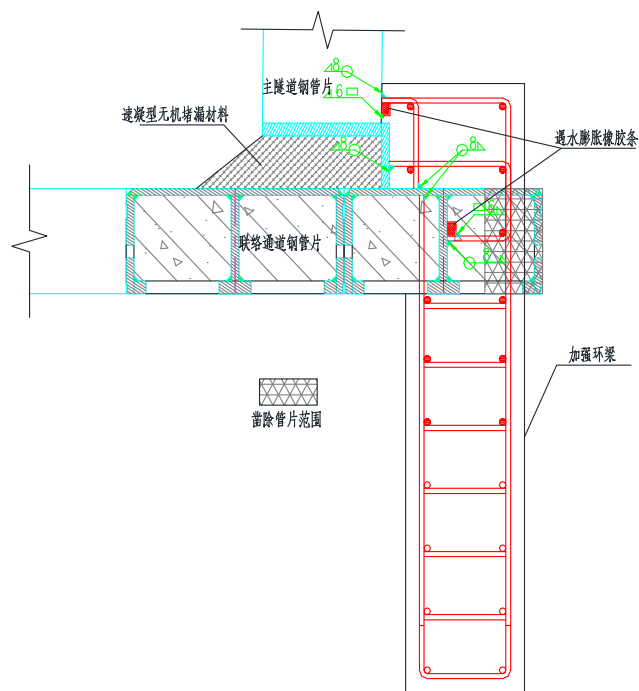


图4 T接头平面布置大样图

三、T接头结构设计

(1) 加强环梁设置：T接头为主隧道与联络通道连接点，宜设置加强环梁进行传力。加强环梁钢筋笼宜通过可靠焊接将主隧道钢管片与联络通道钢管片连成整体，避免隧道受面外荷载产生错动，破坏结构整体性。

(2) T接头防水：主隧道预留洞口尺寸大于联络通道管片外径，两则间存在空隙，易成为地下水渗漏水力通道，应采取相应的防/堵水措施。一般先用环形钢板分别与两侧管片焊接封堵空隙，并在加强环梁内设2道止水胶，待结构施工完成后再通过预埋注浆管向空隙位置注浆速凝无机堵漏材料进行充填。

T接头平面布置大样图见图4。

四、各专业协调

(1) 限界：主隧道预留洞口为双曲面，当联络通道管片上下侧进入主隧道结构内时，洞口两侧联络通道管片已进入主隧道一定深度 m (m 由主隧道与联络通道尺寸确定)。设计时应核查凸出主隧道通道管片是否侵入建筑限界，必要时凿除侵入限界范围管片，并通过加强环梁进行补强处理。

(2) 疏散平台：为方便机械施工及破洞时主隧道受力协调，机械法联络通道与主隧道轴心对齐，底板标

高较常规暗挖通道更高，与道床存在较大高差。如采用道床疏散，宜在临近通道洞门位置，疏散平台局部下沉为过渡平台，通过过渡平台连接道床与疏散平台，再通过找坡与联络通道底板连接。过渡平台设置情况见图5。

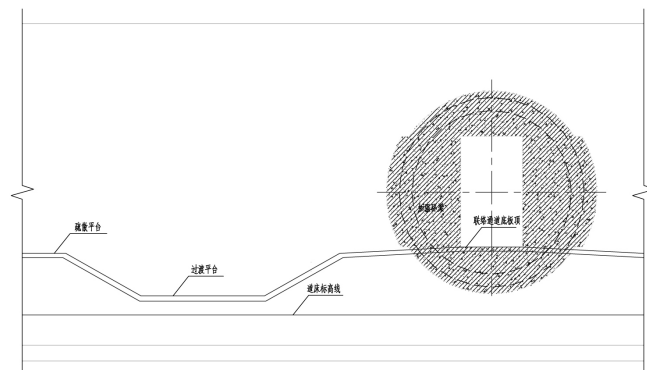


图5 过渡平台设置示意图

五、工程实例

北京地铁17号线望勇士营站区间全长约4.8km；由暗挖与盾构段组成，区间设独立联络通道7座，其中2、4、6、7#联络通道采用机械法（顶管法）施作。联络通

道拱顶覆土9.2~24.3m，所处地层主要为黏质粉土、粉质黏土、粉细砂及圆砾卵石层，含层间、承压水，典型水文地质情况见图6。

2号联络通道拱顶埋深24.3m，已施工完成，从始发

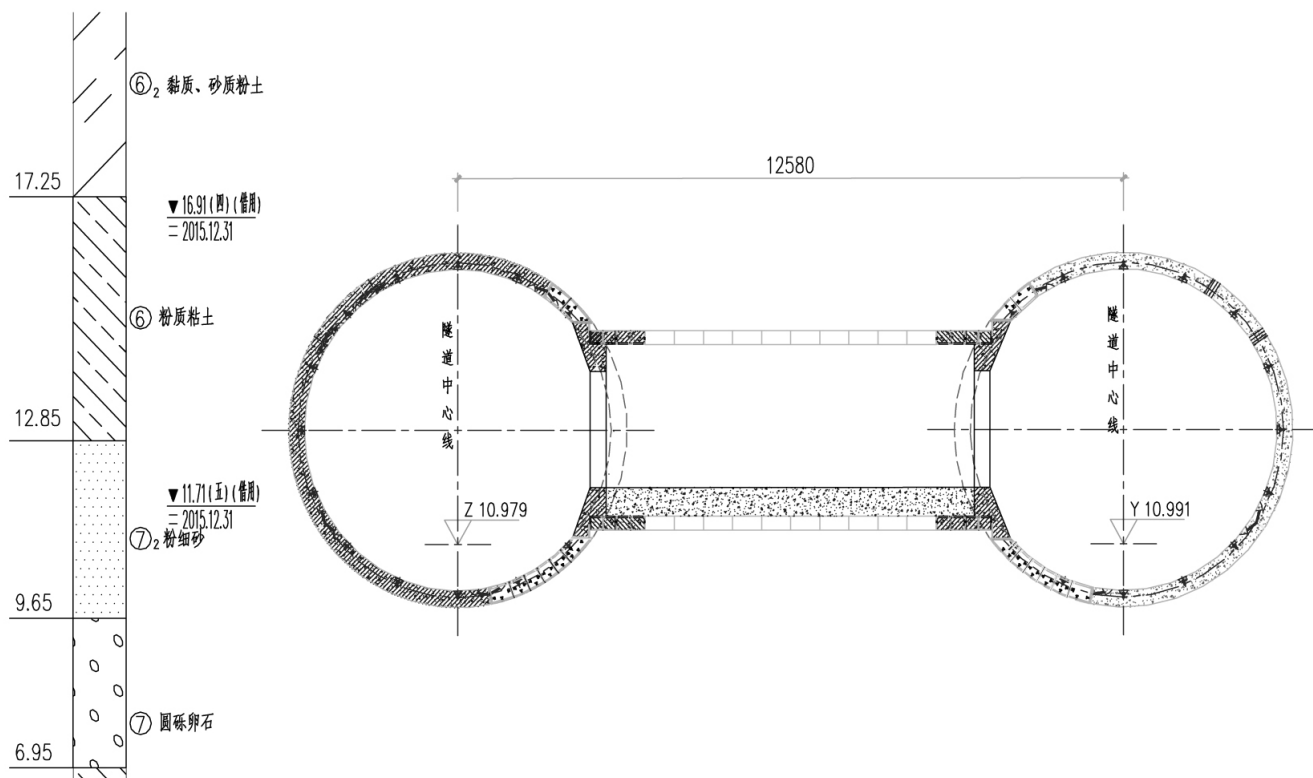


图6 2#联络通道地质剖面图

至接收掘进共用时12天，施工速度快。现场各项监测数据均满足控制指标要求，地表最大沉降约3mm，小于常规暗挖法联络通道沉降值。

六、总结

(1) 本文从主隧道特殊管片预留、联络通道管片设计、T接头结构设计、各专业协调等方面对机械法联络通道结构设计过程中涉及的设计要点及注意事项进行了梳理总结，可为类似工程设计提供参考。

(2) 根据工程实例，机械法联络通道具有施工速度快，地层扰动小，施工安全的优点，可作为复杂工况下联络通道施工的优选方案。

参考文献

[1] 朱瑶宏，高一民，董子博，等. 盾构法T接隧道结构受力现场试验研究——以宁波轨道交通3号线联络

通道为例[J]. 隧道建设（中英文），2019，39（11）：10.

[2] 张磊，李帆，张秉鹤，等. 机械法联络通道主隧道特殊管片结构安全性数值分析[J]. 施工技术（中英文），2022（051-010）.

[3] 朱瑶宏，高一民，董子博，等. 顶管法T接隧道结构受力足尺试验研究[J]. 隧道建设（中英文），2019，39（9）：10.

[4] 刘龙，罗仕恒，王世君，等. 机械法联络通道特殊衬砌环钢管片结构设计分析[J]. 浙江建筑，2022（003）：039.

[5] 赵泽昌，霍永鹏，李河山，等. 机械法开挖地铁联络通道的施工力学响应分析[J]. 市政技术，2022（001）：040.